統一編號
030858870033

農試所於八十七年六月十二日召開省政記者會，發表近年來重要之研究成果，包括鳳梨新品種「台農十七號」、木瓜新品種「台農六號」之育成，茶葉撿枝選別機之研製，捕植蟎（葉蟎的天敵）之商品化研發及酸芋梗美食簡介等，期能藉由傳播媒體將研究成果廣為宣傳，並推廣予農民採用。

台灣省農業試驗所

ISSN 1017-0863

技術服務

陳武雄題

台農十七號

34

87年6月出刊

農林廳農業科技研究群
八十七年度計畫執行檢討會盛況

台灣省政府農林廳農業科技研究群八十七年度計畫執行檢討會於本（八十七）年六月九日在台灣省農業試驗所舉行，由黃主任秘書武林主持，進行八十七年度的研究計畫執行報告及審查、整合八十八年度的研究計畫。

第九卷第二期
中華民國八十七年六月出版

目　錄

封面說明

本所育成鳳梨新品種「台農十七號」，具果實大、圓筒型、大小均勻、整齊美觀、產量高、果皮薄、牙眼淺、果肉黃或深黃色、葉緣無刺、果實整齊劃一，無所謂肉聲、鼓聲之別等優良特性，已正式推廣於農民種植。

發 行 人／林 俊 義
總 編 輯／廖 慶 樑
編　　審／技術服務季刊編審委員會
執行編輯／王俊雄、楊舜臣
出 版 者／台灣省農業試驗所
台中縣霧峰鄉萬豐村中正路189號
電話：(04)3302301
網址：WWW.TARI.GOV.TW
行政院新聞局出版事業登記證局版
臺省誌字第二八八號
中華郵政中台字第○七五九號
執照登記為雜誌交寄
印 刷 者／秋雨印刷股份有限公司
台南市中華西路一段77號
(06)2613121～7

〈園藝作物〉
02 種子有無對柿果實生長與發育的影響 —— 宋家瑋　歐錫坤

〈植物生理〉
07 土壤缺水與農作物植體溫度之關係 —— 楊純明　賴小麗

〈植物保護〉
10 球根花卉根蟎之生態及防治策略 —— 陳文華

〈採後處理〉
13 菊花長途貯運以預冷改善品質 —— 黃肇家

〈農業氣象〉
16 淺談冰雹及龍捲風 —— 姚銘輝

〈農業氣象〉
19 四季的農業氣象—夏 —— 蔡金川

種子有無對柿果實生長與發育的影響

◎農試所園藝系　宋家瑋　歐錫坤

柿(Diospyros Kaki L.)為屬於柿樹科(Ebenaceae)之落葉果樹，據1996年台灣農業年報調查統計栽培面積達1833公頃，種植農戶正在日益增加中，以新竹、苗栗、台中及嘉義一帶為主要栽培地區，品種以牛心柿、四周柿、富有、次郎、花御所、平核無及其它品種等，其中以牛心柿為大宗，根據多年的觀察，在栽培上常發生產量不穩定及落果嚴重等問題，此現象部分原因係多數柿品種只開雌花，藉由本身單為結果(Parthenocarpy)的能力產生果實，故理論上柿子是不需要栽植授粉樹，即可正常生產，但實際上受到栽培環境上的限制，花期、著果期遭遇到梅雨、水分過多及日照不足、營養生長過旺等因素，造成生理落果嚴重、單株產量極低。

目前台中縣和平鄉及苗栗公館、大湖一帶的果農所栽培的甜柿品種，大都以環狀剝皮來克服生理落果的問題。環狀剝皮會抑制水分及養分的運送，從而達到抑制營養生長，促進著果的效果。但此方法會加速樹勢老化，造成經濟結果年限縮短。

果樹栽培上常藉由授粉作用來提高著果率及產量，在柿子生產上也常用人工授粉來穩定著果，因此本文綜合多位學者的研究結果，針對柿子授粉後種子形成的有無與數量對果實發育所造成的影響加以綜合論述，以期增進果農栽培技術，減少落果，增加產量，提高柿農經濟收益。

表一　柿品種間單為結果力及種子形成力的差異強

單為結果力（強↑弱）	1	2	3	4	5	6
Ⅵ	平核無 宮崎無核	尾谷	會津身不知	四溝		
Ⅴ			清道柿	舍谷柿	(西村早生)	田倉
Ⅳ	清州無核		紋平	衣紋		
Ⅲ				橫野 花御所	次郎	晚御所
Ⅱ		御所 藤原御所	天神御所	甲州百目	袋御所 富有 甘百目 (松本早生富有)	
Ⅰ			(伊豆)		水島	藤八 德田御所
單為結果力／種子形成力	少 →					多

資料來源：梶浦，1994；( )內為中村追加

一、單爲結果性與種子形成力

柿依品種之單為結果力(不經由授粉受精而著果的能力)與種子形成力之強弱，而分別區分為Ⅰ－Ⅵ及1－6層級(如表一)。如伊豆單為結果力差且種子形成力稍弱屬於Ⅰ－3型，在栽培上則必須人工授粉；松本早生富有及富有之單為結果力弱，種子形成力稍強為Ⅱ－5型；西村早生單為結果力強，種子形成力同富有一般屬於Ⅴ－5型。

單為結果力強的品種授粉問題並不存在，但單為結果力弱的品種為防止落果與安定著果，則有授粉的必要。富有種子形成力強，以人工授粉則很容易確保著果。但伊豆種子形成力稍弱，人工授粉的效果較差。單為結果力強的西村早生進行人工授粉的目的在防止澀果的發生，而不在促進安定著果。

二、種子數對果實形狀與品質的影響

1. 種子多寡與果實大小

富有果實經授粉後調查種子數與果實橫徑間的變化，發現種子數5粒以上的果實橫徑的增加最大；種子數少於5粒的果實，生長量則隨種子數的減少而下降。種子對果實發育的影響主要在發育初期可促使果肉細胞分裂期延長，細胞數增加，故種子數較多的富有果實比無種子或少種子的富有果實，橫徑增加較大，果重也增加，果形則有扁圓化的傾向。牛心柿經授粉後，有種子的果實外形果頂較尖圓，側溝亦較不明顯，果實縱徑的增加量比橫徑的增加量明顯，故果實較長。

2. 種子數與果實品質好壞

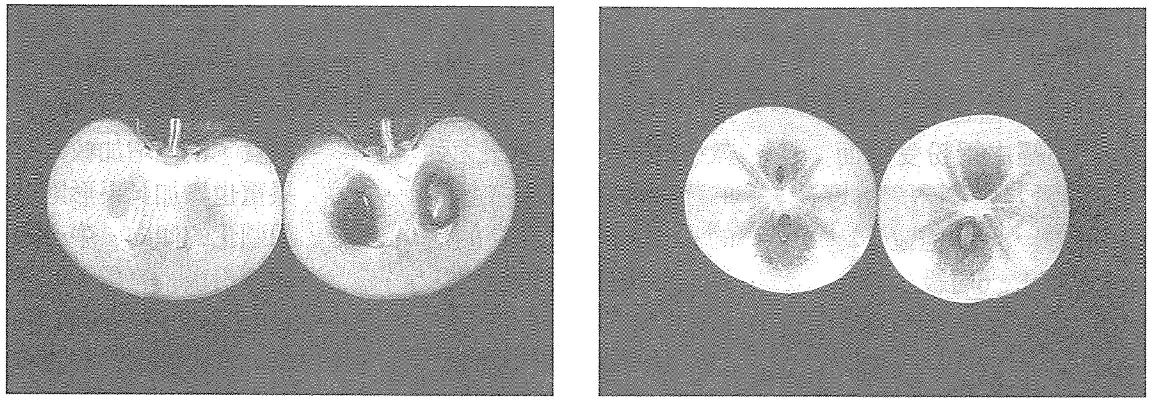
種子數多少對果重有影響，前川次郎果實含有4粒種子時，果重明顯增加，果實著色較濃，糖度也較高，果實橫徑及縱徑也增加。但果實縱徑的增加量比橫徑的增加量少，故有種

表二　前川次郎種子著生數目對果實品質的影響

著生種子數	果色程度		側溝深度 (mm)	果頂裂果 (mm)	果重 (g)	果實橫徑 (mm)	果實縱徑 (mm)	果形[y]指數	硬度 (kg/cm²)	糖度 (Brix°)	種子數	
	果頂部	赤道部									完全	不完全
0	4.5b	3.7b	0.4a	0.5b	209.6b	77.6b	50.4c	154.1a	2.3a	13.8b	0.0b	0.2a
1	4.9b	3.9ab	0.5a	3.8b	216.4b	79.1b	53.1b	149.6ab	2.2a	14.2b	1.0c	0.3a
2~4	5.4a	4.4a	0.5a	9.8a	238.6a	81.4a	55.0a	148.3b	2.1a	14.7a	3.1b	0.2a
5~8	5.4a	4.3a	0.5a	9.6a	243.0a	82.2a	55.3a	149.1b	2.2a	14.7a	5.9a	0.1a

資料來源：長谷川，1990。

[z]:5% Duncan氏多重變域測驗。　[y]:果形指數=(橫徑/縱徑)×100。



圖一 本所之選系完全澀柿‘1038’（左）及不完全甜柿‘129’（右）種子附近果肉褐斑發生情形

子之果實比無種子果實較大，果形指數較小，果實較扁平化（表二），而在牛心柿有種子的果實，果重也比無種子果實重，果寬及果高均明顯增加，果實較大，果形則變得較尖圓，糖度也較高。

3. 種子數與果形

種子數的多寡會影響果形外觀，柿子一般子室為8個，少部分9個以上及7個以下，子室數與果形有密切的關係，子室的增減可引起果實外觀的變化，特別是子室的增加會引起五角形果及亂形果等畸形果比例的增加。正常8子室果實、無核果有較扁圓，果頂部較凹的傾向，而有種子的果實在種子著生的部分果肉則較發達、隆起。一般富有及西村早生在花滿開後2週，有種子之果實肥大良好，果頂部發達、隆起、萼片較大及開張，由此可判別果實是否含有種子。

4. 種子數與果肉色

柿子開花授粉後，依在種子附近的果肉有無產生褐斑，以及伴隨著果肉脫澀程度可區分為四類：

I. 完全甜柿（Pollination constant non-astringent persimmon）：如富有、松本早生富有、花御所、御所、次郎、前川次郎、伊豆、駿河等。

II. 完全澀柿（Pollination constant astringent persimmon）：如平核無、刀根早生、蜂屋、西條、四溝、愛宕、牛心柿、正柿、四周柿等。

III. 不完全甜柿（Pollination variant non-astringent persimmon）：如禪寺丸、西村早生、甘百目、筆柿、赤柿、正月、久保、伽儸、御富等。

IV. 不完全澀柿（Pollination variant astringent persimmon）：百目、甲州百目、會津身不知、衣紋、吉野等。

其中完全甜柿及完全澀柿，果肉並不因種子的有無而發生多量的褐斑，但不完全甜柿及不完全澀柿則依種子的有無，在種子周圍的果肉產生多量褐斑，而無種子的子室周圍則不發生褐斑（圖一），故不完全甜柿如西村早生有種子的果肉附近褐斑密佈，而無種子的果肉則無褐斑發生。

表三 西村早生種子數與澀果發生率的比較

種子數	1粒	2粒	3粒	4粒	5粒	6粒	7粒	8粒
調查果數(個)	1	5	35	58	83	86	45	10
殘澀果(個)	1	5	10	2	1	—	—	—
澀果率(%)	100	100	29	3	1	—	—	—

資料來源：岐阜縣農試，1980。

5. 種子數與澀果的發生

在不完全甜柿的部分果肉，由於授粉所產生之種子可幫助果肉脫澀，但果實種子數少者，則果肉易殘留澀味，導致無商品價值，以西村早生為例，種子數在3個以下時，果肉易殘留澀味，當種子數達4~5粒則可脫澀完全。日本市場上的需求，則希望種子數在5粒以上（表三），故西村早生雖為著果能力雖強，仍需進行人工授粉，目的即在防止澀果的發生。

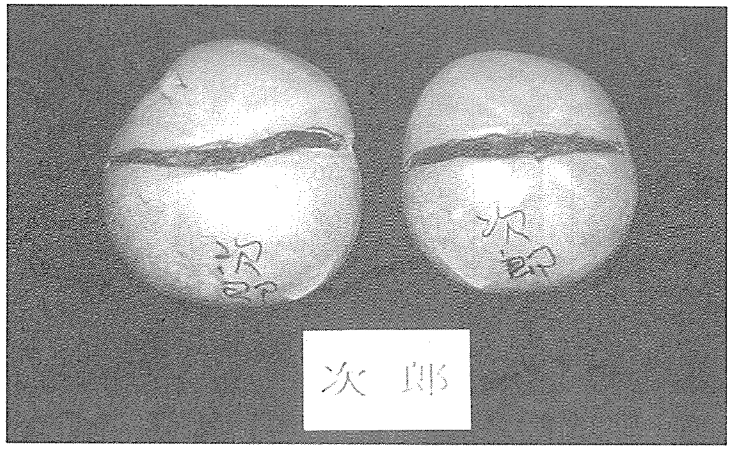
6. 種子數與收穫期早晚

一般種子數多的果實，發育良好，著色較

表四 西村早生收穫日期早晚與種子數的關係

收穫日期＼種子數	8粒	7粒	6粒	5粒	4粒	3粒	2粒	平均種子數
9月18日	4	11	15	10	2	—	—	6.1
20日	1	8	9	10	—	—	—	6.0
25日	2	12	24	17	11	1	1	5.6
10月1日	—	5	6	27	19	10	1	4.6
5日	—	1	2	4	7	2	2	4.3
7日	—		1	1	6	8	5	3.3
平均收穫日	9月20日	9月23日	9月24日	9月26日	9月30日	10月3日	10月5日	—

資料來源：岐阜縣農試，1979。



圖二、 次郎果頂裂果情形。

早，成熟期也較早，故收穫期可提早，以西村早生為例，種子數多的果實，著色明顯提早、成熟早，由表四顯示種子數每少一粒 ，收穫期約晚2~3日。本省的牛心柿也有相同的現象，授粉過的果實較早熟、較甜，外觀也較受消費者喜愛。

7. 種子數與果頂裂果

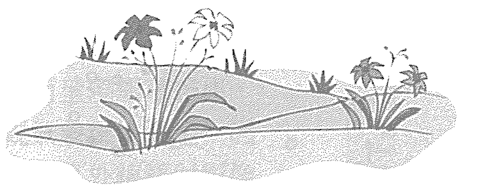
果頂裂果為次郎果實常見的生理障害，據研究結果得知與種子數有關，含種子數多的果實發生果頂裂果的比率增加（圖二）。前川次郎的果實種子數在4粒以上者，果頂裂果程度明顯的加大（詳見表二），改善之道在避免授粉作用的發生。至於生理落果的防止對策則為進行疏蕾、疏果及肥培管理等工作。

三、種子形成與生理落果

種子的形成必須經過授粉、受精作用，富有甜柿若隔離不予授粉，則種子無法形成，著果率僅約3.3%。但在自然授粉環境下，每果平均1.7粒種子，著果率則提高至41%。據調查富有6~7月的落果現象，約95%為生理落果，其中93%~95%為無核果，種子數1粒發生的落果數非常少僅佔3%~5%；而種子數在2粒以上者則不會生理落果。在西村早生也有同樣的作用，經人工授粉後種子數平均3.3粒，著果率在87%以上。至於伊豆單為結果力及種子形成力兩者均很弱，90%以上的生理落果為無受精果實，利用人工授粉可促進種子的形成，對減少生理落果的效果很好。本省牛心柿以丁香柿為授粉源，將丁香柿的枝條高接在牛心柿的樹冠上，以供為該樹所需之花粉來源，經調查授粉確實可提高牛心柿之著果率，授粉處理比無授粉處理者著果率提高4倍，果重亦較重，由此可知牛心柿經授粉後，產量可穩定提升，果實品質亦可改進。

綜觀上述，可見柿果的發育依個別品種的「單為結果力」與「種子形成力」而有不同程度的差異，進而對果實生產發生不同層面的影響。諸如果實的大小、甜澀、含糖量、果肉顏色以及產量高低等皆與這兩個特性有關。由此顯示出柿果的栽培管理作業實施之前，應先瞭解栽培品種的結果特性，據此對症下藥研擬滿足個別品種生理需求的園藝技術，如此方能確保穩產、質優的柿果生產。

土壤缺水與農作物植體溫度之關係



◎農試所農藝系　楊純明　賴小麗

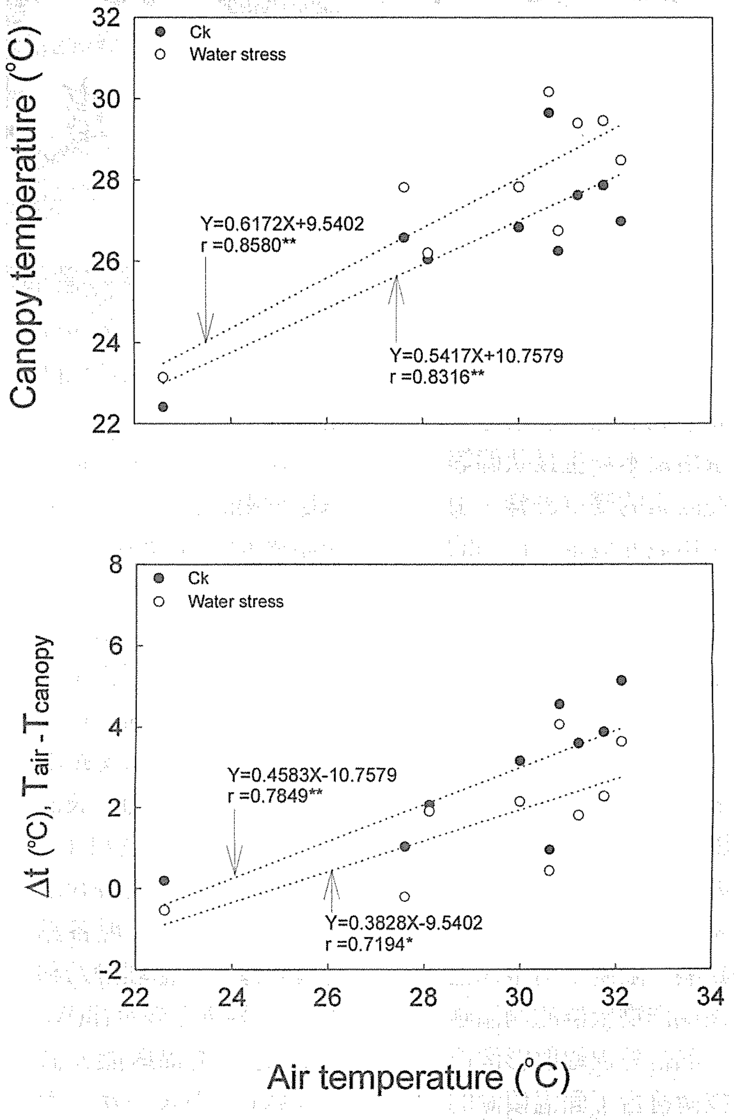
農作物植體的溫度，同時受到氣象與土壤等外在環境及本身生長狀態等內在因素的雙重影響。由於環境並非恆定，作物的體溫當然因時而異，又因不同生長期的生理生化代謝互異，體溫可能也起伏不一。傳統的植體溫度測定，多以熱電偶測針接觸體表或插入體內，單點或多點量測(屬於動態溫度）。如此方法固然可行，惟有耗時費力及有限取樣點等缺陷，限制了對整株植體甚或作物族群的測溫應用。熱紅外線輻射影像遙測技術符合了面溫偵測的需求, 能夠即時或記錄作物單株及族群的測溫 ，依照需要顯示點、線、面的溫度，並追蹤時間序列的變化，具有遠距離感測、非接觸式及迅速即時之特點。

作者在本刊前幾期「紅外線熱像技術及輻射光譜層析技術應用實例-水稻乾旱」及「熱紅外線輻射影像在水稻缺水研究上之應用」兩份報告中已指出，熱紅外線遙測技術係使用感測儀器從遠距離偵測與收集被測物的表面溫度(輻射溫度)資料 (一般為3.0～14μm波長範圍)，以二維方式呈現各點溫度影像。測溫理論乃利用史蒂芬-波茲曼定律($W=\sigma \cdot T^4$)之黑體輻射能公式，經修正為$W=\varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$而延伸應用於灰體測溫，將熱感測(掃描)器量測的熱能W及已知該灰體的放射率ε 、史蒂芬-波茲曼常數σ輸入公式，以估算出灰體輻射溫度T。由於大氣對此一波段的諸種干擾，在田間自然狀況輻射溫度測值常略低於動態溫度值。

在土壤不缺水狀況下，以氣溫、日照、濕度、及風速等為主要影響作物植體溫度的氣象因子，而由所偵測的單株或族群植冠溫度的變化代表這些因子的綜合效應。當土壤缺水狀況發生時, 土壤水分狀態(即土壤水分潛勢高低)亦將影響植體溫度。這些環境因子主要係透過對植體蒸散作用與蒸散速率的影響，使得體溫調節機制受到干擾，無法正常運作維持適當的體溫。缺水時由於水分供應不足，蒸散速率減緩，破壞植株平常進行的蒸散降溫程

序，使得體溫因此上升。

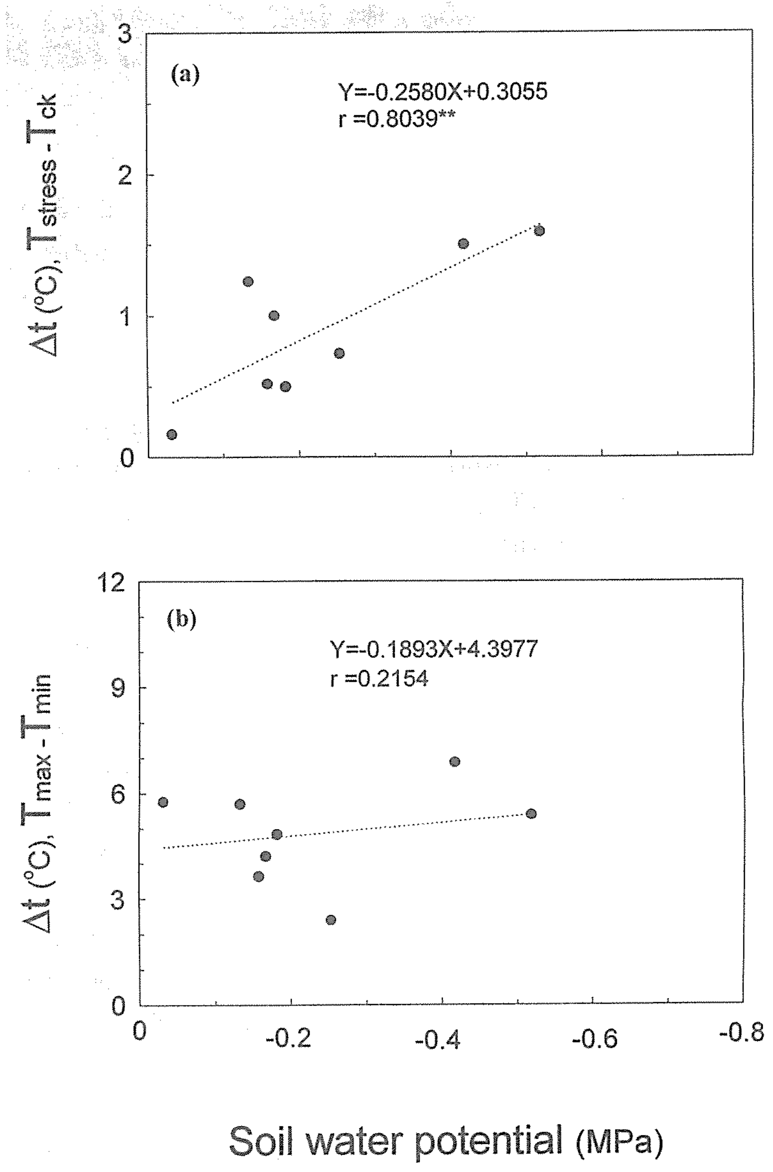
本文續以熱紅外線輻射影像對水稻族群植被溫度的偵測為例，說明土壤缺水對農作物植體溫度之影響。在正常灌水田區，水稻植被溫度多低於周遭氣溫，而氣溫的升高將遷引植被溫度的上升。如圖一所示，在氣溫23～24° C以上時，正常灌水區的稻株體溫均低於氣溫；當土壤缺水情況發生後，植被溫度升高，且隨著氣溫上升的幅度而有增加趨勢(見回歸曲線)。顯然的，稻株植體具有蒸散降溫功能，其降溫程度隨氣溫的升高而增加。若土壤水分不足蒸散作用的正常運轉，將使得降溫效率衰降，以圖一的例子約在氣溫25° C以下時, 植被溫度將高於氣溫；換言之，此時植體的蒸散降溫功能已無法維持低於氣溫的體溫，處於”發燒”狀態。



圖一　正常灌水及土壤缺水狀況下氣溫與水稻（台農67號）族群植被溫度之關係

再由圖二(a)資料, 顯示缺水造成的升溫在-0.6 MPa以內與土壤缺水程度呈現直線正相關。所以，當土壤缺水愈嚴重，缺水植株的溫度將愈高於正常灌水植株。但是，在熱紅外線輻射影像視窗內的植被溫度最高值及最低值可能並無明顯變化(圖二(b))，即水稻植被的最高值及最低值變化可能不因土壤缺水而呈現顯著差異，需再視氣象環境而定。因此，以熱紅外線輻射影像偵測農作物植被溫度的改變確實可行，並能利用於土壤缺水狀況下的測溫。

由以上簡單試驗併前文等結果，顯示若累積足夠試驗資料，將可逕由氣溫高低粗估某作物品種植被溫度及植被溫度與氣溫差值，或反向以植被測溫推估。而由缺水區與正常灌水區植被溫度的差值，可據以估測土壤缺水程度，作為灌溉與否及灌溉量的實施參考。當然，欲達到可實用的水準之前，必須具備完整而深入的試驗資料，包括作物品種、生長時期、土壤類別、缺水程度、及作物的生育反應等等差別性結果。無論如何，吾人可由『土壤缺水與農作物植體溫度之關係』加以應用，一方面解釋水分對農作物植體溫度的影響，再方面利用於田間栽培農作物的水分管理。



圖二　不等土壤缺水程度下水稻（台農67號）族群植被度(a)缺水者與正常灌水者之差異（上圖）及(b)最高溫與最低溫之溫差

球根花卉根蟎之生態及防治策略

◎農試所應動系　陳文華

我國球根花卉產業已隨整體花卉產業之興盛而逐年增加其重要性，目前栽培面積約1300公頃，發展潛力雄厚；而臺灣氣候又適合球根花卉之生長，球根花卉已為農政單位評估列為重點產業項目之一。根蟎為球根類作物的世界性重要害蟎之一，其寄主植物很廣，臺灣地區主要以蔥、韭、蒜及球根類花卉作物受害最為嚴重。根蟎為害植株之地下組織，受害株因根部受損，植株無法吸水而生長受阻，植株縮小，最後衰敗死亡，田間嚴重發生時，缺株現象嚴重，此外，根蟎還會傳播數種植物病害，當根蟎與病害綜合感染，則更加速植株的死亡，造成作物產量與品質大受影響。田間調查時發現同一作物上常有兩種以上根蟎同時為害，由於這些根蟎之生活史短、繁殖力強且體形細小，外部形態幾乎相同，很難以肉眼加以區分，再加上各種間對藥劑之感受性差異很大，常造成防治上的困擾。

根蟎的生物習性

根蟎在分類地位上屬於蟎蜱亞綱(Acari)蟎真目(Acariformes)、無氣門亞目(Astigmata)、粉蟎科(Acaridae)的Rhizoglyphus屬和Caloglyphus屬為主，一般泛稱為根蟎(Bulb mite)。根蟎之體色呈半透明之乳白色，體型卵形，生活史可分為卵期(Egg)，幼蟎期(Larvae)，第一若蟎期(Protonymph)，第三若蟎期(Tritonymph)及成蟎期(Adult)。以羅賓根蟎之生活史為例，在16、20、24、28及30℃下從卵發育至成蟎須24.0、18.6、11.6、9.1及9.61日，每雌蟎一生約產蟎150-200粒卵蟎。根蟎喜歡溫暖潮濕之環境。當其前若遇不良環境時，變成遷移型(Hypo-pus)個體，此為粉蟎科之特徵，此時體壁增厚、體色變深、口器退化、腹部末端具吸盤，可附著土壤中其它生物，散布到適宜環境處，再直接蛻皮為第三若蟎。根蟎在生活土層中隨季節和氣候而上下移動，雖然也可以在較深的土層找到，但一般還是分布在土表至30公分深的地層中。

臺灣常見的根蟎種類有羅賓根蟎(Rhizoglyphus robini Claparede)、長毛根蟎(R. setosus Manson)、Caloglyphus spp.、全毛根蟎(Schwiebea cuucta Ho)及臺灣根蟎(S. taiwanesis Ho)等，根蟎生活於土壤中，為害植物地下組織，寄主很廣，包括許多重要球根、球莖、根莖、塊莖及鱗莖類之作物，諸如石蒜科、百合科、鳶尾科、茄科、十字花科、天南星科等，據國外報告共有14科28種作物，但目前調查結果應不止此一數目。根蟎因其個體細小，生活史短，繁殖力強，發生初期不易察覺，當族群密度快速增高時，在田間造成嚴重為害，導致作物之生長受阻，缺株情形嚴重，產量及品質大受影響。

圖一、百合植株根部受根蟎為害呈黃化狀。

根蟎之為害作物方式有直接為害與間接為害兩種，一般根　會直接取食健康植株的根系及其地下組織；間接為害方面，根蟎會傳播數種重要之球根花卉病害，包括唐菖蒲及百合之萎凋病、百合莖腐病、百合軟腐病，唐菖蒲細菌性萎凋病等病害。根蟎還會消耗堆肥及栽培植材，縮短其使用壽命，且通常使用有機肥之後，根蟎總是隨之大量發生，由於根蟎在缺乏寄主植物時，尚可依靠土中有機質為生，富含營養的有機肥正好提供根蟎大量繁殖的食物，增長其田間族群密度，進而為害作物，造成更嚴重的損失。

根蟎一直未被農民所重視，一方面由於其個體細小，一般農民不易察覺其為害，又其對植物所造成之為害狀被歸咎於線蟲、地下害蟲為害或植物病害，常因誤診造成藥劑之誤用與濫用，又因其生活史短、繁殖力強，對大多數農藥產生嚴重而複雜的抗藥性，致其為害日趨嚴重。

根蟎的防治策略

根蟎之防治方法大致可區分為化學防治、物理防治和生物防治。目前的防治工作，仍以化學防治最常被使用，但由於藥劑使用頻繁，致使根蟎已產生嚴重的抗藥性，因而其它防治方法也漸受重視。目前物理防治法之成效較受重視，而生物防治的研究僅限於天敵種類之調查與描述而已，並無實際應用的例子。在化學防治方面，一般在種植前施用有

機磷、氨基甲酸鹽、有機錫等之粒劑或乳劑於土壤中，消滅土壤中之根蟎，同時以藥劑浸泡種球來防治根蟎，但因根蟎之抗藥性嚴重，可供使用之有效藥劑漸少。另外，亦有研究報告以溴化甲烷等燻蒸劑處理種球及土壤，可獲致良好殺蟎效果，但此種防治方法比較危險，須專業人員才可操作，且花費較高，加上其對種球與土壤之損害，為其實際應用上之限制因素。在物理防治方面，一般針對根蟎怕高溫低濕的生物特性來防治根蟎，但因根蟎遇不良環境就會躲向深層土壤，或產生遷移型個體逃亡，故其防治效益不佳。另外種植前種球的處理非常重要，可採用40或45℃的溫湯浸種球2或0.5小時，可獲致相當好的防治效果。其他如與非根蟎寄主植物輪作、休耕期田間浸水、休耕期進行深耕曬田或曬田時覆蓋塑膠布等均可有效降低田間根蟎之數量。至於生物防治方面，大多數的報告亦僅限於天敵之調查、形態描述、分類報告及基本生物學研究而已

圖二、根蟎之捕食性天敵-尖狹下盾蟎(Hypoaspis aculeifer(Canestrini))。

，並無實際可供應用之天敵，目前已發現的天敵種類有瘻蠅類、捕食性蟎類等，其中捕食性厲蟎科(Laelapidae)之下盾蟎屬(Hypoaspis)較具防治潛力，目前正積極研究其防治潛能與與大量繁殖方法，以供將來生物防治之參考應用。

結論

根蟎在臺灣球根作物栽培上一直未被重視，其為害狀與病害相仿，其生活史短、繁殖力強且對大多數農藥產生抗藥性，致使其為害日趨嚴重。根蟎的防治不是一件容易的事，目前在種植前雖可用溫湯或藥劑處理種球，而加以防除，唯一旦被根蟎侵入田間，再採用化學藥劑進行根際施藥，根本不合經濟效益，且藥效不佳。因此，根蟎防治工作著重在預防，其防治策略應先充分瞭解根蟎的一般生活習性，再針對根蟎生物特性之弱點，進行物理防治，防止其入侵外，若已遭根瑞侵入而密度不高時，應釋放有效的天敵，於田間行生物防治，即可壓抑根蟎之族群；若已大量發生為害，則化學防治仍不失為快速而有效之防治方法，因此適時合宜的運用各種防治措施，才能有效抑制根蟎之發生為害，達到綜合管理之目的。

菊花 長途貯運以預冷改善品質

◎農試所園藝系　黃肇家

預冷主要之目的是將切花溫度快速下降，如同時去除田間熱。溫度下降後，切花呼吸減緩，呼吸放之熱減少，老化亦隨之減緩。許多切花可於採後吸水時，放在冷藏庫內插水同時預冷，例如唐菖蒲、百合等。這種預冷降溫很快。菊花葉片多，且向外水平開張，吸水後，葉片膨壓增加、變硬、易脆。因此在裝箱抓握菊花時，很容易折斷葉片，尤其在低溫吸水後更甚。為此菊花通常在裝箱後才預冷。菊花裝箱後，溫度會因呼吸熱而升高，高溫使呼吸熱進一步增加，而進一步使溫度上升，因此快速預冷極為重要。

預冷是改善菊花外銷之重要方法

菊花過去多年一直是本省最大宗的外銷切花，民國72年以海運輸日之技術開發後，每年出口量之85%以上均是以低溫貨櫃海運出口。菊花海運8日後仍能保持良好的品質，最重要的保鮮處理是採收後充分吸水及裝貨櫃前充分的預冷。菊花海運出口後，鮮度若有問題，常源自於這兩項工作是否作好。

早期海運出口常聽到有葉片黑化(嚴重褐化)之情況發生，一直不知道是何原因。由近幾年之研究，可推測預冷不徹底可能是重要的因素。因為早期海運出口之菊花，裝箱後以室冷法預冷，降溫慢，須15小時才能預冷到4℃之貨櫃運輸溫度，因此大量出口時，常有一部分降溫不足即裝櫃之情形。菊花裝貨櫃後降溫更慢，在溫度偏高的情形下，菊花運到日本，受到燻蒸後，發生葉片黑化之比率即升高。

於民國80年間，在農林廳補助下，農試所嚐試改用壓差預冷(見下一節說明)，只需30～40分鐘即能將箱內之菊花降溫至5℃，此時再裝櫃出口，菊花在運輸間能一直保持低溫。到日本即使受到燻蒸，葉片黑化率即由室冷預冷之70%左右降至5%以下，而具發生褐化之程度很輕微。此結果說明適當之預冷是改善本省菊花銷日之重要措施。

菊花之預冷方式

菊花裝箱後之預冷可採用室冷預冷(Room Cooling)、壓差預冷(Forced Air Cooling)，和真空

圖一　本省銷日菊花裝箱後在冷藏庫內以室冷法預冷之情形(有一部分菊花箱未留有適當之空隙)

圖二　本省銷日菊花在冷藏庫內以隧道式壓差預冷法預冷之情形

預冷(Vacuum Cooling)。

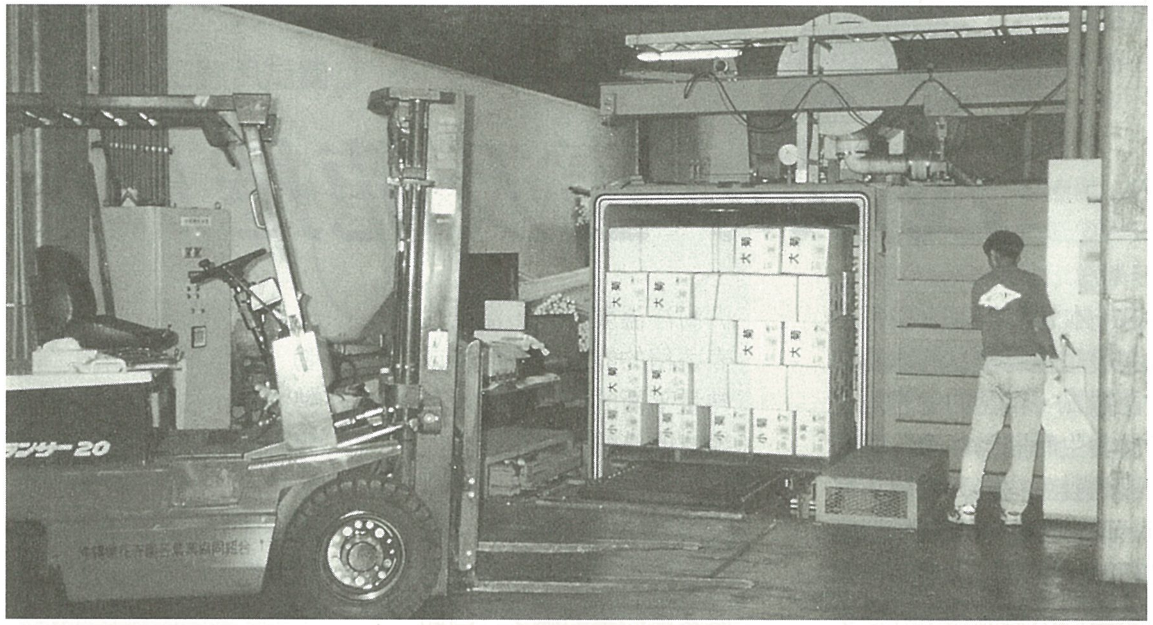
(一)室冷預冷：

室冷預冷是將花箱放在冷庫內，任其自然冷卻。為加速降溫，花箱間要有空隙讓冷風能通過(如圖一)，也常增加冷庫冷風之流速以求較好之效果，因此日本人稱之為強制通風冷卻，此和早期我們把壓差預冷稱為強風預冷，甚或強制風冷很相似，須分別清楚。

菊花葉子多，一般裝箱裝得很擠，因此冷風不易吹到裏面，低溫由外傳到內速度很慢，常需10小時以上才能降到預期之4℃左右，大量預冷需要15小時。室冷常有局部冷卻不均現象。此外紙箱堆積方式，紙箱通風孔大小以及菊花裝載量多少等，均會影響降溫速度。但室冷法設備最低廉，作業簡單，只要空間夠大，時間足夠，室冷法是最簡便的預冷方法。

(二)壓差預冷

壓差預冷在本省早期常稱為強風預冷(源自英文之forced air cooling)，由於本方法和壓力差有關，故今日多稱壓差預冷。以圖二隧道式壓差預冷為例，菊花箱在冷藏庫內排成兩列，中間通道之上方及右端以帆布蓋上，左端接一抽風機。當抽風機運轉抽風時，通道形成低壓，使冷庫內之冷空氣自花箱一端之開口吸入，貫



圖三　琉球輸日菊花以真空預冷法預冷之情形

穿箱內的菊花從另一端出來，因此很快的使菊花降溫。由機械之性能，菊花裝載量之多少，通常於40分鐘到2小時能完成預冷動作，這種方法使處理的菊花能當日出口。壓差預冷須注意箱內切花置放方式，一般而言箱內菊花降溫會比室冷法均勻。但如果處理不當，例如冷庫內空氣濕度低或抽風時間太久，會使菊花葉片失水萎軟，因此抽風機要配置自動測溫控制系統，以及濕度感應與控制，菊花預冷前亦需充分吸水，紙箱排列要良好，因此壓差預冷較費人工。

(三)真空預冷

真空預冷係利用在低壓到某一程度的環境下，菊花葉片內的水分有一部分會氣化，藉由水之氣化使葉片降溫。通常1%的水分氣化(即失水1%)可降溫5℃，因此失水4%可將25℃之菊花降到5℃。真空預冷如果機械性能良好，於20分鐘即可完成預冷動作(如圖三)，是所有預冷方法中降溫最快的，其操作亦較壓差預冷簡便，但設備費高得多，處理不好會有葉片凍結之可能。

琉球菊花之預冷

近幾年琉球菊花輸日不斷增加，相對於台灣之逐年下降，琉球菊花有較強的競爭優勢。琉球菊花約10年前即採用壓差預冷與真空預冷兩種方式。壓差預冷較便宜，但較費工。真空預冷較貴但省工，而且預冷效果均一。幾年來實用結果，證明真空預冷較適宜，因此原來採用壓差預冷的也於三年前改用真空預冷，這個趨勢值得台灣參考。

農業氣象

淺談冰雹及龍捲風

◎農試所農工系 姚銘輝

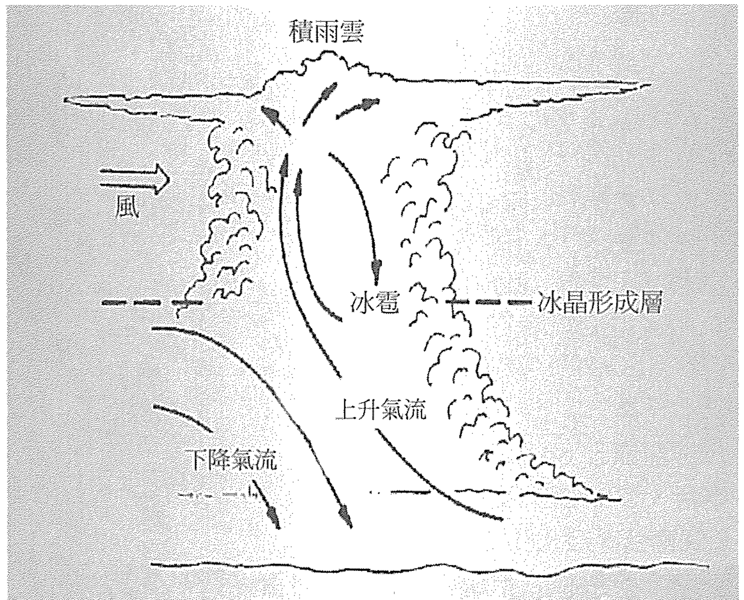
本省今年(87年)2月中旬發生極為罕見的冰雹和龍捲風，罕見的意思是在於發生時間為冬季，而一般是發生在春天較屬正常。以台灣西半部氣候型態而論，夏季以來自海洋的低壓西南氣流為主，冬季則以來自蒙古高原陸地的高壓為主；低壓挾帶海洋水汽及高溫，高壓則屬低溫低濕的氣候形態。而當春季蒙古高壓即將離出及海洋低壓乍到之際，兩種截然不同氣候形態在台灣上空交戰，造成氣候極度不穩定。此種不穩定氣候常會造成特殊天氣景象，例如春雨、春雷及梅雨等，而這次冰雹及龍捲風的發生即是春天才偶而發生的特殊景象。

至於為何春天的氣候會在屬於冬天的時刻發生呢？一般咸認為是〝聖嬰現象〞闖的禍。〝聖嬰現象〞最重要的特徵是南美洲海洋溫度昇高，溫度代表蓄積的能量，在能量或熱量平衡的原則下，隨著地球的自轉將熱量往其他區域擴散。而如果將地球大氣圈當作是封密系統時，某區熱量增加勢必造成某區熱量的減少，因此聖嬰年常是異常氣候發生的年代。去年六、七月聖嬰即達最高峰，全球各地洪澇及乾旱頻傳。而聖嬰現象在高峰期後即逐漸減弱而至消失，不過由於此次聖嬰在東太平洋海水溫度較歷次聖嬰年明顯升高，因此究竟聖嬰會結束仍未可知。

冰雹和龍捲風是台灣地區春天偶爾出現的特殊天氣現象，這種現象最主要是因西南氣流的暖空氣夾帶非常充足的水氣灌入台灣，與滯留在台灣上空的冷氣團產生強烈對流雲所致。但往年由西南氣流帶來的南方水氣，大約在三月才會開始向台灣移動，今年不但提早來到，勢力也比往年猛烈，使台灣提早進入春季天氣型態。以下簡單介紹冰雹及龍捲風形成原因及相關氣象特性。

冰雹（hail）

冰雹是上升氣流內凝結核在舉升過程中和水汽結合，當達到一定高度時開始凝結成冰晶，在氣流無法舉昇時開始下降至地面(圖一);另一種形成方式是重複舉升與降落，冰晶在此過程中逐漸加大，下降至地面則為大型的冰雹。冰雹塊色澤有時可完全透明，但通常大都含有一系列透明和不透明相間的冰層，此原因為一顆相當大的水滴，可能先包裹許多冰粒，而後凍成一透明層。相反來說，較小的過冷水滴，可能因接觸而結冰，空氣陷入冰晶內，形成一不透明層。這些過程勢必在結冰高度以上發生，透明層和不透明層相間，表示它經過雲的不同部份,積雨雲猛烈的上升和下降氣流，有利於此種發展。就實際觀測的資料，大部份降落至地面的冰雹大部份小於0.5公分，而最大的記錄是14.4公分（5.7英吋），它下降的速度可達每秒47公尺，或時速170公里。



圖一 冰雹形成模式圖

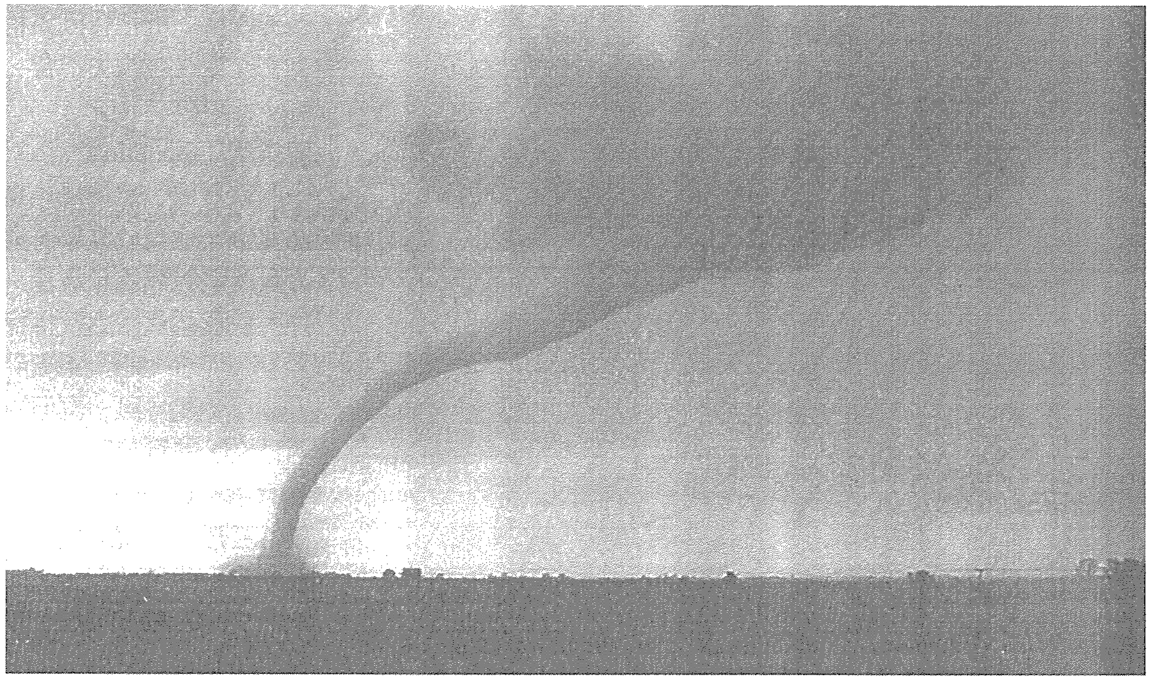
由冰雹本身重量及下降加速度所產生的衝擊力，對作物造成機械性的傷害。這次冰雹對嘉義縣造成嚴重影響，受害較大者為露天栽培的蔬菜、高梁及食用玉米，其中一些可以收穫的葉菜類蔬菜，如高麗菜更被打得稀爛，可見得冰雹的威力，另此時正值果樹開花或幼果形成期，台中縣東勢之高接梨及新庄鄉之枇杷皆因果梢受害而使果農損失不訾。

龍捲風（tornado）

若有看過「龍捲風」這部電影，除對於氣象研究人員的研究熱忱印象深刻外，對龍捲風威力及橫掃過後滿目倉夷的景象更另人側目。龍捲風一詞原為西班文，其意義為〝轉動〞的意思。具體的定義是由積雨雲形成垂直的旋轉氣流，形狀呈漏斗形，並和地面接觸。龍捲風形成也是由上升氣流所產生，其旋轉方向為逆時針方式（和地球自轉相同方向），由於行徑方式為帶狀，因此單一龍捲風受害區域（寬度）為數百公尺左右，鮮少超過15公里。而由形成到消失為一循環，所耗

表一、藤田-皮爾生龍捲風等級表

等級	速度 公里／小時	發生頻率（次數） 美國1992年統計	說　明 簡易判斷標準
F0	<116	696	輕微受害
F1	117-180	411	瓦飛起
F2	181-253	129	房屋搖晃
F3	254-332	43	房屋倒塌
F4	333-420	13	房屋分解
F5	>420	1	已無完整實體



圖二 龍捲風發生情形

量時間約為20到30公鐘。一般龍捲風發生在寬闊的平原，美國中西部是最常出現的地方，每年皆有上千次發生的機會

龍捲風威力強弱主要依據藤田-皮爾生等級表劃分（表一）。，由於龍捲風受害區域狹小，除非經過氣象站 ，否則甚難由風速變化表示，因此用簡易判斷標準可概略描述。這次在本省各地所發生的龍捲風（有些可能是強風）造成鐵皮屋頂飛起及汽車搖晃等現象，應屬於F1到F2之間的強度。至於龍捲風所造成的災害，舉例來說，1996年5月13日孟加拉發生龍捲風造成上千人死亡及近5 萬人受傷，同年九月美國卡羅來納州（North Carolina）也發生並造成10億美金的損失。因此龍捲風所造成的氣象災害不容忽視。

結論

由於冰雹和龍捲風皆屬於區域性特殊氣象變化，發生區域小及時間短等特性，觀測已屬不易更遑論預測。因此農作物生產在防範上無法提供有效的方法。不過由這次受害情形而論，蔬菜露天栽培受害極為嚴重，尤其是葉片受雹害造成破損及腐爛，而失去商品價值。事實上，每年2月至5月冷、暖空氣滯留於台灣上空之際，除上述冰雹及龍捲風外，暴雨旳傷害也不容忽視，因此可建議菜農在這段時期搭建塑膠網，由於搭建簡易及成本低，可減緩雨水或冰雹對作物葉片的損害，以期減輕菜農損失。

四季的農業氣象—夏

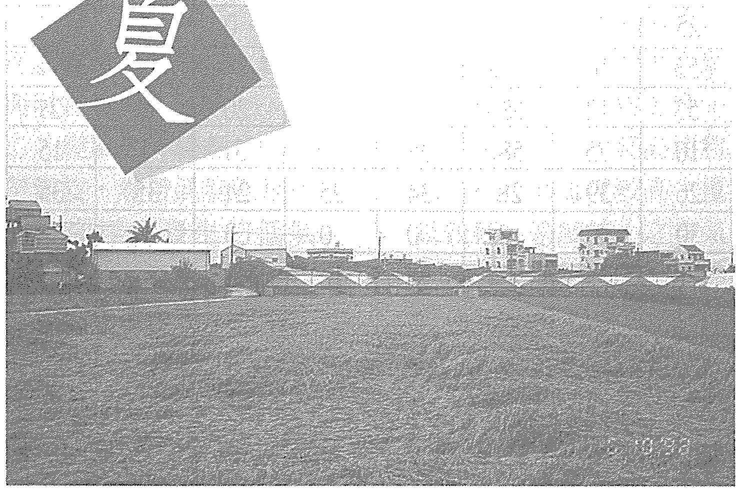
◎農試所農工系　蔡金川

春去夏來，為四季循環的一定道理，台灣為低緯近陸的山島，屬亞熱氣候，其特徵是高溫、多雨與強風，三者之季節變化與區域差異均甚明顯。夏季六至九月，平均最高溫度皆超過30℃，各地平均最高氣溫/最低氣溫，台北為32.4℃/24.0℃，台中32.2℃/23.8℃，台南32.3℃/24.5℃，台東31.3℃/24.1℃。平均氣溫，台北為27.6℃，台中27.4℃，台南27.9℃，台東27.5℃，而月平均雨量方面，台北268.8mm，台中278.1mm，台南335.5mm，台東287.3mm。夏季各地的氣溫除了台東最高氣溫之外，其他各地的氣溫條件（最高、最低、平均）都很相近，全島處於高溫熱季的狀態。

雨量方面，台灣多雨，一般言之，全島雨量分布，因受地形影響，高山多於平地，東岸多於西岸，中部山區歷年雨量多在3000公厘左右，若迎風山坡地可達4000～5000公厘，東部沿海各地，年雨量自1500～3000公厘不等，西部平原接近山麓地帶多在1500~2000公厘。

季風為控制雨量的主宰，益以地形因素，遂使台灣南部、北部雨量之季節性變化顯著不同。夏季西南季風盛行，風力溫和，在炎日之下，易生對流性雷雨，為中南部帶來大量降水，在此期間北部則為乾季。月平均雨量，台北268.8mm，台中278.1mm，台南335.5mm，台東287.3mm。仍是北部最低，南部最高，中、東部相近，在此得到引證。

其他夏季的氣象條件值得一提的是風，台灣的



圖一 雲林縣莿桐鄉梅雨害、水稻倒伏情況。(1998年6月)

風主要受季風所控制，夏季西南風盛行，自五月開始，為期約四個月，惟風力和緩，例如恒春七、八兩月之平均風速為每秒2.8公尺，台南為每秒2.6公尺。

颱風為威脅台灣最嚴重的災害天氣，所謂「颱風季」應從五月開始，十月終止，每年平均受颱風侵襲約3.5次，八月最多1.06次，七、九兩月次之，各為0.85次。有關颱風形成及其災害。亦是這次探討的重點，同時亦以農業氣象研究室夏季的試驗研究概況向各位報告。

夏季（6、7、8、9月）的梅雨及其農業災害

梅雨是指春末夏初，即五月份起，中國華南地區高壓急劇衰退，印度北部低壓伸展，太平洋高壓增強，台灣盛行西南季風或東南風。地面輻合帶從日本海向西南延伸，經台灣至中南半島及印度，形成徘徊流連的梅雨鋒，帶來全台灣之連續性或間歇性降雨。例如1979年6月之梅雨。中南地區之一期作水稻，熱帶果樹如芒果，蓮霧等時值成熟期，因此梅雨期間之霪雨，常常造成水稻之倒伏，發芽，亦常使果樹發生落果，蔬菜發生浸水腐爛。由於梅雨持續時間較長，同時當鋒面在台灣上空或附近海面徘徊時，加上西南氣流伸入，時常造成中南部地區發生豪雨。這次豪雨不斷造成嚴重的農業災害，則是梅雨惹來的禍。由表一所示，今年6月1日至6月11日十一日之間自台中以南梅雨量急增，台灣南部即台南、高雄及恒春三地之降水量，則日平均雨量皆超過50㎜，按照中央氣象局的定義，已構成大雨之可能導致災害者。嘉義以南亦有單日超過130㎜之豪雨量。災害更嚴重，據農林廳的報告：自6月1日起受到西南氣流及鋒面影響，局部地區降下豪雨 ，截止6月11日17時止 ，全台灣農業總損失新台幣15億7千8百萬元。農作物損失方面，被害面積43, 335公頃，受害作物以一期作水稻倒伏或發芽27,418公頃最為嚴重，其次為落花生及蔬菜浸水腐爛受害各為4,107公頃與2,890公頃。受損地區以雲林縣損失4億2千3百萬元最為嚴重。圖一所示為該縣莿桐鄉一期作水稻倒伏的情況。可見梅雨對於台灣農作造成之災害面積廣，受害種類亦多，是台灣雨量最嚴重的一種。

表一　1998年6月1日至6月11日之梅雨量（㎜）.

月/日 \ 地點	恒春	高雄	台南	嘉義	台中	新竹	台北	基隆	宜蘭	花蓮	台東
6/1	192	54	20	25	21	0	5	3	0	0	9
6/2	50	134	102	53	16	0.4	0	0.5	38	0	4
6/3	148	127	52	53	12	12	2	11	20	71	21
6/4	312	146	31	10	75	58	105	99	31	1	15
6/5	111	222	21	26	39	28	34	25	24	35	35
6/6	45	44	24	30	21	0	0	0	3	4	38
6/7	9	32	52	72	114	42	12	12	4	16	3
6/8	73	90	138	155	69	19	3	3	1	11	48
6/9	2	18	99	43	48	6	3	5	6	3	0
6/10	0	81	31	12	15	6	4	5	0.7	1	0.5
6/11	0	19	23	11	33	10	5	5	42	3	0.7
總數	942.0	967.0	593.0	490.0	463.0	181.4	173.0	168.5	169.7	145.0	174.2
平均	85.6	87.9	53.9	44.6	42.1	16.5	15.7	15.3	15.4	13.2	15.8

何謂颱風？其形成、路徑與災害

颱風是一種劇烈的熱帶氣旋，熱帶氣旋就是在熱帶海洋上發生的低氣壓。在北半球的颱風，通常發生在北太平洋西部，即北半球的東經180°以西的太平洋或南中國海出現的熱帶低氣壓裡，最大風速達到17公尺/秒以上謂之颱風。並以颱風中心作逆時針方向轉動，在南半球作順時針方向轉動。而侵襲台灣的颱風亦大都來自北太平洋西部，發生的地點以加羅林群島，馬利安納群島和帛琉群附近一帶最多，另外也有部份來自中國南海海面，但次數較少。

颱風的形成原因，到現在還沒徹底明瞭。但已知它是由熱帶大氣內的擾動發展而來的。在熱帶海洋上，海面因受太陽直射而使海水溫度升高，海水容易蒸發成水汽散布在空中，故熱帶海洋上的空氣溫度高、濕度大，這種空氣因溫度高而膨脹，致使密度減小，質量減輕，而赤道附近風力微弱，所以很容易上升，發生對流作用，同時周圍之較冷空氣流入補充，然後再上升，如此循環不已，終必使整個氣柱皆為溫度較高、重量較輕、密度較小之空氣，這就形成了所謂的「熱帶低氣壓」。

然而空氣之流動是自高氣壓流向低氣壓，就好像是水從高處流向低處一樣，四周氣壓較高處的空氣必向氣壓較低處流動，因而形成「風」。在夏季，因為太陽直射區域由赤道向北移，致使南半球之東南信風越過赤道轉向成西南季風侵入北半球，和原來北半球的東北信風相遇，更迫擠此空氣上升，增加對流作用，再因西南季風和東北信風方向不同，相遇時常造成波動和旋渦。這種西南季風和東北信風相遇所造成的輻合作用，和原來的對流作用繼續不斷，使已形成為低氣壓的旋渦繼續加深，也就是使四周空氣加快向旋渦中心流，流入愈快時，其風速就愈大；當近地面最大風速如上述每秒17.2公尺以上時，則為颱風之形成。

如前述颱風發生的環境，必須有較高的氣溫和大量的水汽。發生對流作用，以及不同方向不同秉性的風，且發生波動而造成旋渦等，此均以夏、秋環境較為適合。過了秋季，太陽直射部分往南移，南半球之東南信風不能侵入北半球，能形成颱風的機會較少，所以在北半球颱風多發生在夏季的七、八、九三個月；秋、冬季

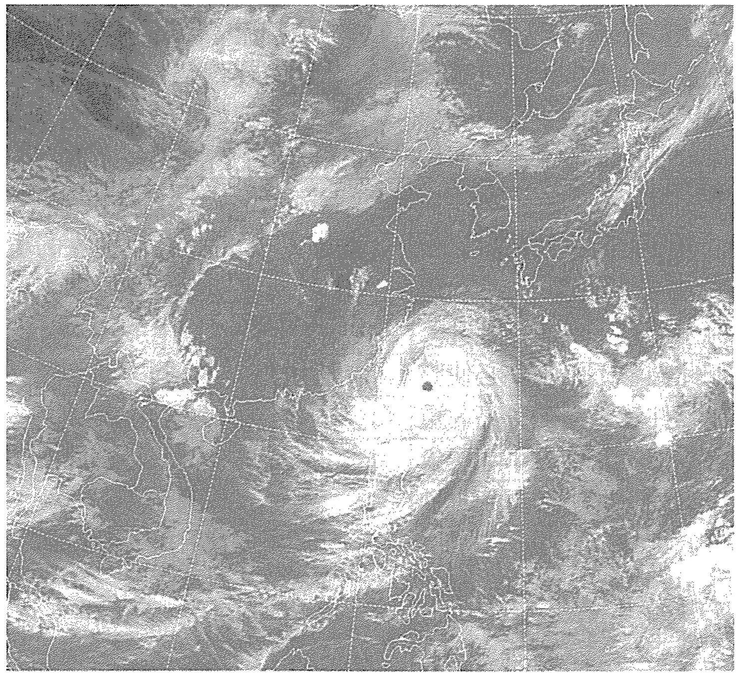
即十二月至翌年四月間則極少發生。

颱風的暴風範圍相當大，其半徑約有三、四百公里，而颱風大致為一半徑甚大的雲柱，其高度據觀測有一萬八千餘公尺。在這圍繞龐大的雲柱中心部分是無雲或雲層很薄，而且沒有風雨現象，則是颱風眼。如圖二所示，為1996年7月31日侵襲台灣之賀伯（Herb）颱風眼，當日夜晚8時接近宜蘭之外海。此強烈颱風（51 m/s），為近30年來侵襲台灣生命財產損失最慘重的天然災害，造成556人的死傷，估計農作物及其他設施損失約新台幣200億元。

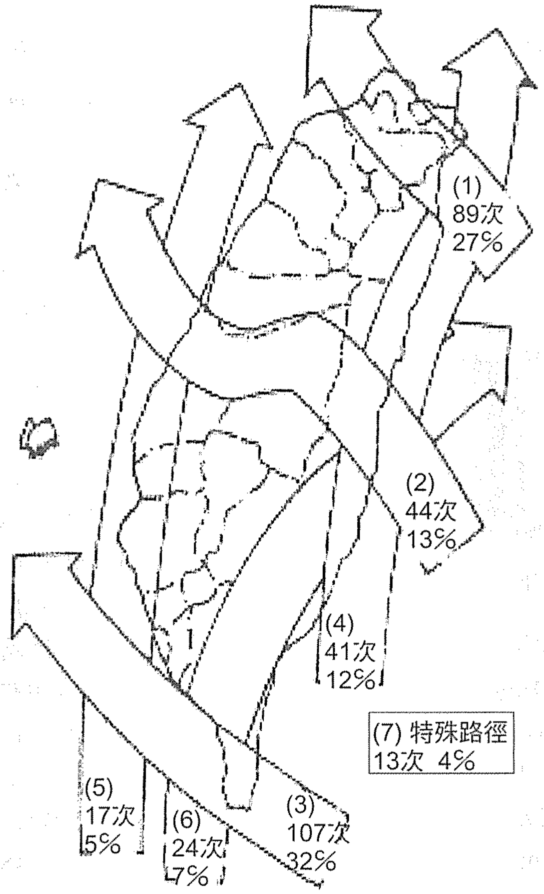
通常颱風眼的中心為平靜無風，邊緣是颱風風力最強的地方，通常颱風中心，即颱風眼內為平靜無風雨現象，天上僅有薄雲，甚至能見天日或星斗。但颱風眼邊緣處卻是風雨最大之處。颱風警報中，所說中心附近最大風速秒若干公尺，就是指此處風速而言。所謂颱風登陸，乃指颱風中心（颱風眼）自海上移至陸地時。故當颱風眼移至陸地時，大都導致登陸之處發生嚴重之災害。然後漸向外則雲層漸高也漸薄，風雨亦漸弱。則其過程簡而言之，為一颱風逐漸接近，颱風眼通過，約二、三十分鐘後，狂風暴雨出現，然後颱風雨漸弱而離去。

颱風侵襲台灣的路徑分成七類，如圖三所示，百年間通過台灣北部及北部海面向西或西北進行者，共89次，占百分之二十七。通過中部向西或西北進行者有44次，占百分之十三。通過南部及南部海上向西或西北進行者有107次，占百分之三十二。沿東岸（東部海面）與西岸（台灣海峽）北上者，分別為44次，占百分之十三，及17次，占百分之五。

如上述台灣位於颱風路徑的要衝，每年均受颱風侵襲而導致慘重災害損失。台灣氣象災害（颱風、梅雨、乾旱及寒潮等），以颱風危害最烈，約



圖二　侵襲台灣之賀伯（Herb）颱風眼，靠近宜蘭外海東北角(1996年7月31日)

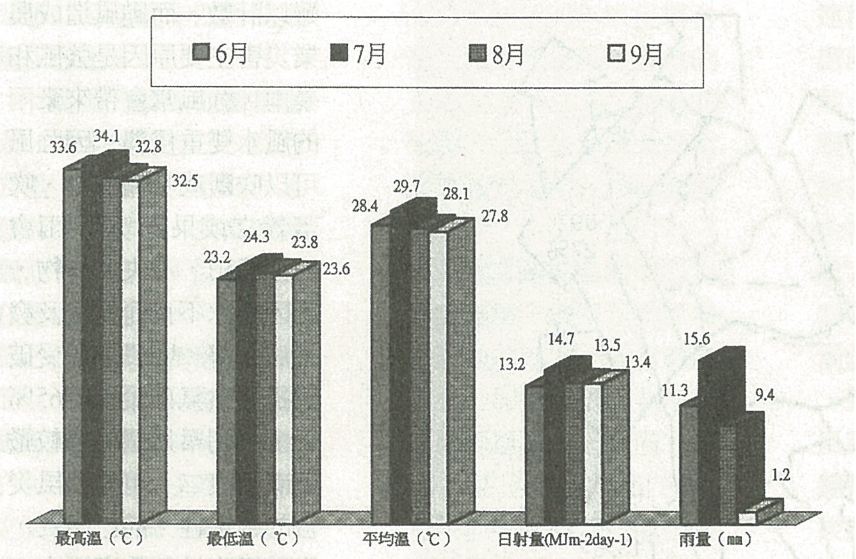


圖三　侵襲台灣颱風路徑之分類(1897-1996年)

占所有的氣象災害76.6。據三十六年間（1961-1996年）之統計資料，台灣地區因颱風而死亡人數2663人，受傷人數8299人，房屋全倒約9.4萬間，半倒約17.1萬間。財物損失更難以計數。而颱風造成農業災害主要原因是強風和暴雨，強風常會帶來豪雨的風水雙重侵襲。因強風可以吹斷或吹倒作物、吹落穀立或果實；暴雨會淹沒農田，流失農作物，或因排水不良而倒伏及發生病蟲害。則農業遭受破壞損失佔氣象災害的65%以上。列舉幾個災害較嚴重者如表二。可知颱風災害的嚴重性。前已談及，颱風發生於熱帶海洋上，在廣大海洋上無法建立很多氣象觀測站，只有從極少數的島嶼及航行輪船上的觀測得到一些氣象資料，憑這些少數資料對颱風的瞭解是絕對不夠的，所以過去必須經常派氣象偵查飛機實地觀測。自有了氣象衛星後，只要在海

表二　近三十六年（1961~1996年）侵襲台灣之颱風及其災情。

颱風名稱	侵台時間	死亡人數	受傷人數	屋毀間數	農業損失 金額(當年幣值)
波蜜拉	50.9.11	279	1,810	35,121	約三億元
葛樂禮	52.9.11	數百人	千人以上	30,000	政府約五億元以上 民間無法估計
賽洛瑪	66.7.25	72	300	約2,000	約二百億元
韋恩	75.8.21	87	422	30,056	約八十二億元
提姆	83.7.10	23	70	361	約三十六億元
賀伯	85.7.31	73	463	1,383	約一九二億元



圖四　台灣中部地區夏季之氣象條件（1997年）

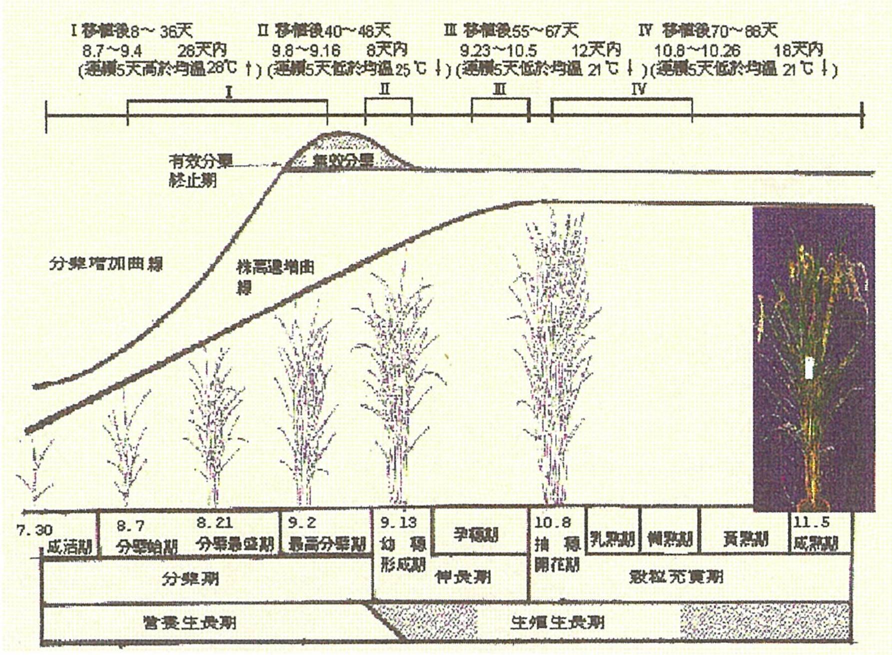
洋上有颱風發生，即刻就能查覺，如同千里眼般地隨時監視，可充分掌握颱風的變動，並從衛星雲圖上分析出颱風的中心位置，強度、雲系分布、移動方向等資料，供颱風測報之用，因此氣象衛星資料實為颱風測報中最有效工具之一。此衛星遙測再配合氣象雷達的較短距離偵測，對颱風的中心位置、移動方向、降水強度等的觀測更為精確。相信當今的颱風暴雨災害的防患措施會比從前更有效。

台灣中部夏季的氣象條件及其農作概況

如圖四所示，1997年中部夏季的氣象條件都是7月份最高，不論氣溫（最高34.1℃，最低24.3℃，平均29.7℃），日射量（14.7MJm^{-2}day^{-1}）及雨量（15.6mm）皆是。整年（蔡等，1998），往年（蔡，1993）亦皆如此。去年西太平洋颱風發生地（加羅林群島等地），可能因聖嬰（E1 NINõ）異常氣象溫度低於28℃，則7、8、9月颱風侵襲台灣次數減少，而6月份又因梅雨季，即此月份雨量僅次於7月，其他氣象條件（氣溫、日射量）6及8月皆很相近，9月份為夏季最低，因將近入秋季。

由圖五可知，水稻之營養生長皆落在夏季，而分蘗始期至分蘗最盛期為8月份，平均氣溫28.1℃高於分蘗的臨界氣溫28℃，不利於分蘗，影響收穫期的穗數，則是第二期作產量低於第一期作的主因之一。9月主要為水稻生育中期，並連接前後期，涵蓋最高分蘗期、幼穗形成期及孕穗期，即營養生長期進入生殖生長期，平均氣溫27.8℃不低於II移植後40~48天的臨界氣溫25℃，而日射量與8月相近，雨量（1.2mm）最低，有利於幼穗形成，整體而言9月的氣象條件適合於水稻生育。

有如上述夏季常遭受梅雨、颱風、豪雨的侵襲，蔬菜葉片常被雨打傷、或久浸水，根部易窒息枯死，則造成蔬菜短缺，價格暴漲，如1994年九月葛拉絲暴風侵襲台灣，致使當時西螺產地蔬菜批發價格突破每公斤四十一元大關，一些品質較好的蔬菜更直逼七十元。除了此嚴重災害之外，夏季亦受海洋的影響較大，常被溫熱的海洋氣團所控制，加上地面蒸發，對流旺盛，下午常有雷雨發生，會使巨峰葡萄、高接梨等園藝作物減產；又如前述夏季氣溫雨量為整年最高，李(1979)於中國溫暖氣候的江南進行綠葉蔬菜試驗，得知蔬菜生長的適宜溫度在20~25℃之範圍。由圖四可知，中部地區夏季唯最低氣溫適適於蔬菜生長，其他最高、平均氣溫皆高於適宜溫度，而6、7、8月的雨量亦過多。不利於蔬菜生長。則蔡等（1998）經三年（1995~1997）之露地小白菜栽培試驗，夏季之小白菜平均鮮重產量1568.4gm^{-2}為四季當中最低。與秋季生產的4677.4gm^{-2}相比，差異約三倍。因此，目前蔬菜專業區普遍利用防風或防雨設施以穩定或提高蔬菜生產。農業氣象研究室多年來致力人工設施蔬菜生產的研究，其成果曾經發表於技術推廣雜誌及國內外學術刊物等，以供設施蔬菜生產的改進參考依據。



圖五　臺灣中部二期作水稻品種臺農67號之生育模式及其預警時期（生育日數96天）

結語

夏季的太陽高照，即日射量及氣溫等氣象條件為四季當中最高，過猶不及，反而對於作物生育造成不利的影響，以致歉收。另外在熱帶海洋上，海面因受太陽直射而使海水溫度升高，海水容易蒸發成水汽散布在空中，故熱帶海洋上的空氣溫度高、濕度大，這種空氣因溫度高而膨脹，致使密度減小，質量減輕，而赤道附近風力微弱，所以很容易上升，發生對流作用，等種種原因構成颱風，而帶來豪雨。前者為耕田氣候災害，後者是天然氣象災害。都會構成農業生產損失，至於此兩種之農業災害防患措施，因篇幅有限，另篇再向各位報告，